

遥感构造解译在秘鲁北部 Chiclayo 地区 成矿预测中的应用

金文强, 高光明, 肖 娟

(中南大学 地质与环境工程学院, 长沙 410083)

摘 要: 采用 Landsat-7 ETM+ 数据制作的 7-4-3 波段假彩色合成图像, 对秘鲁北部的奇克拉约 (Chiclayo) 地区进行了构造视解译, 共解译出 15 条线性构造和 10 个环形构造, 结合地质特征和实地勘查资料, 圈定了 4 个成矿预测区。

关键词: 遥感; 构造解译; 成矿预测; 秘鲁北部

中图分类号: TP79; 612 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)04-0362-04

0 引言

遥感图像(或称遥感像片)是各种传感器所获信息的产物,是遥感探测目标的信息载体。它可以直观、逼真地反映各类地质要素的影像特征及其展布规律,有效揭示隐伏构造,显示活动构造,尤其对与成矿关系密切的大量线性和环形构造的反映特别突出^[1]。

奇克拉约(Chiclayo)地区位于秘鲁北部海岸基岩铁-氧-铜-金(IOCG)成矿带与亚纳科查(Yanacocha)-彼里纳(Pierina)浅成热液金-银成矿带的交接过渡部位,同时又紧邻秘鲁北部斑岩铜-钼-金矿带^[2],成矿条件十分优越(图 1)。本文利用 ETM 遥感图像假彩色合成,综合解译了该区的环形和线性地质构造,根据该区的地质情况提出了有利的成矿靶区。

1 研究区构造概况

研究区位于秘鲁北部西科迪勒拉造山带与海岸基岩带交接过渡带,属秘鲁北部海岸基岩带内侧构造-岩浆活动带。区域主干构造线为 NW 向,为秘

鲁北部西科迪勒拉山前构造-岩浆活动带的组成部分,沿该构造-岩浆活动带发育一系列串珠状穹窿及火山喷发机构,区域主干断裂及复式背斜轴向均为 NW 向。

区域基底由上三叠统拉拉查(Lalacha)组-侏罗系火山沉积及正常碎屑沉积的石英砂岩、砂岩-页岩及含燧石条带碳酸盐岩组成。火成岩主要为白垩纪的基性-中酸性钙碱性系列侵入岩^[2]。基本具备了夕卡岩型矿床形成的基本条件,夕卡岩型矿床的形成还与区域(矿区)的构造条件关系密切,断裂、裂隙构成的成矿流体运移通道是不可缺少的^[3]。因此,通过遥感图像的构造解译查清本区构造的分布规律,对寻找有利的成矿远景区极为必要。

2 信息源的选择和处理

2.1 图像预处理

考虑到图像的清晰度和云彩、植被等对图像的影响,本文采用了时像为 2000-10-31 的 Landsat-7 ETM+ 遥感数据,轨道号为 010065。首先对图像进行辐射校正、除云、除噪、几何纠正和遥感信息反差增强等图像预处理,然后通过剪裁得到研究区所需的图像。

2.2 波段组合的选择

收稿日期: 2009-07-30

作者简介: 金文强(1983-),男,硕士研究生,中南大学地质与环境工程学院,构造地质专业。通信地址:湖南省长沙市中南大学地质与环境工程学院 110 室;邮编:410083;E-mail: jwqxait@163.com

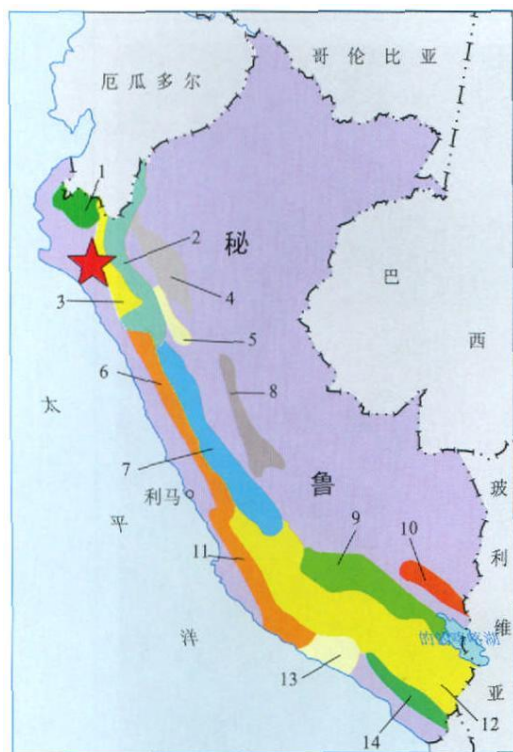


图 1 秘鲁主要的成矿带

Fig. 1 The main ore belts in Peru

1. 兰格奈斯(Lancones)盆地 VMS 型铜-锌-金矿带 2. 秘鲁北部斑岩铜-金矿带 3. 亚纳科查(Yanacocha)浅成热液型金矿带 4. 秘鲁北部 MTV 型锌矿带 5. 帕塔斯(Pataz)基岩中温热液型金矿带 6. 彼里纳(Pierina)浅成热液型金矿带 7. 秘鲁中部夕卡岩和热液交代型多金属成矿带 8. 秘鲁中部 MTV 型锌矿带 9. 阿普里马克(Aprimac)始新世-渐新世斑岩铜矿-夕卡岩带 10. 阿纳内阿(Ananea)中温热液型金矿带 11. 铁-氧-铜-金(IOCG)型海岸成矿带 12. 秘鲁南部浅成热液型金-银矿带 13. 海岸基岩中温热液型金矿带 14. 秘鲁南部古近纪斑岩铜矿带 ★. 研究区位置

Landsat-7 ETM+ 数据共有 8 个波段, 每个波段的波谱范围不同, 反映不同地物电磁波的能力也不同, 因此合理的波段组合能较好的反映地质信息, 对构造解译工作有着重要的影响。波段 3 属于红色波段, 主要应用于地貌、岩性等方面, 适用于区分地质体的边界, 并且与其他波段相比, 受大气的阴霾影响较小, 因此图像反差较好, 分辨率较高; 波段 4 属于近红外波段, 适用于调查生物量、绘制水体边界、寻找地下水、研究地质构造和隐伏构造、监测作物病虫害; 波段 7 为反射红外光谱, 主要应用于岩性、土壤类型和人工建筑的识别, 适用于地质制图^[4]。本文选择了对地质构造信息贡献率较大的 3, 4, 7 波段, 经过试验研究, 红绿蓝假彩色合成选用 7-4-3 波段组合。它反映出的地质信息特征明显, 色彩适合

人眼的目视解译(图 2)。

3 遥感图像的构造解译

3.1 线性构造解译

此次解译选用图像为 1 : 10 万, 比例尺较小, 目视解译出的断裂规模相对较大。根据色彩、影纹结构、地形地貌、水文植被等线性构造解译标志, 解译出 3 组 15 条断裂(图 3)。

(1) NW 向断裂(F_1 — F_6): F_1 , F_2 , F_6 断裂近于平行、延伸较长, 特别是断裂 F_2 几乎贯穿了全区, 这 3 条断裂为研究区的主要构造, 控制了该区的岩浆活动, 一系列 NW 向的串珠状穹窿及火山喷发机构为断裂的存在提供了有利的证明。 F_1 和 F_2 断裂在遥感图像上线性显示明显, 断层两盘地貌差别明显; F_6 断裂沿直线沟谷分布, 断裂两盘的色调有明显差别; 其他几条断裂在图像上也都有较清楚的显示, 两盘地貌具有明显差别。

(2) 近 SN 向断裂(F_7 — F_{11})。断裂的规模较小, 为该区 NW 向构造的次级构造, 这些断裂为含矿热液上侵提供了有利通道。这几条断裂在图像上线性显示、地貌、色调差异等解译特征十分明显。

(3) NE 向断裂(F_{12} — F_{15})。断裂的线性显示、色调、地貌的断裂解译标志明显, 也是该区的次级构造, 为成矿的有利的构造; 有的断裂在成矿后切割破坏了矿体。

3.2 环形构造解译

由于该区处于秘鲁北部西科迪勒拉山前构造-岩浆活动带上, 岩浆活动频繁, 有多期次的侵入, 研究区的环形构造多与岩浆的活动有关, 且与成矿关系密切, 其常常是成矿有利部位的直接指示信息及标志。一方面, 环形构造直接表明了岩浆的侵入活动; 另一方面, 环形构造也间接表明了有利的构造环境(如断裂), 有利于热流体的进入; 因此有利于成矿元素的聚集。根据图像上形态、地貌水系等解译标志, 在该区解译出了 10 处环形构造(图 3)。

(1) R_1 , R_6 和 R_{10} 为本区较大的环形构造, 都近似于圆形, 直径 5~8 km, 排列的方向与控制它们的断裂一致, 为 NW 向。这些环形可以判定为岩浆的侵入部位。其中 R_6 的环形明显, 色调差异突出。通过实地踏勘证实, 该环形构造为一个穹窿构造, 白垩纪侵位的英云闪长岩侵入到三叠系-侏罗系的灰岩中, 经过后期的风化剥蚀, 形成了现在的地貌特征。

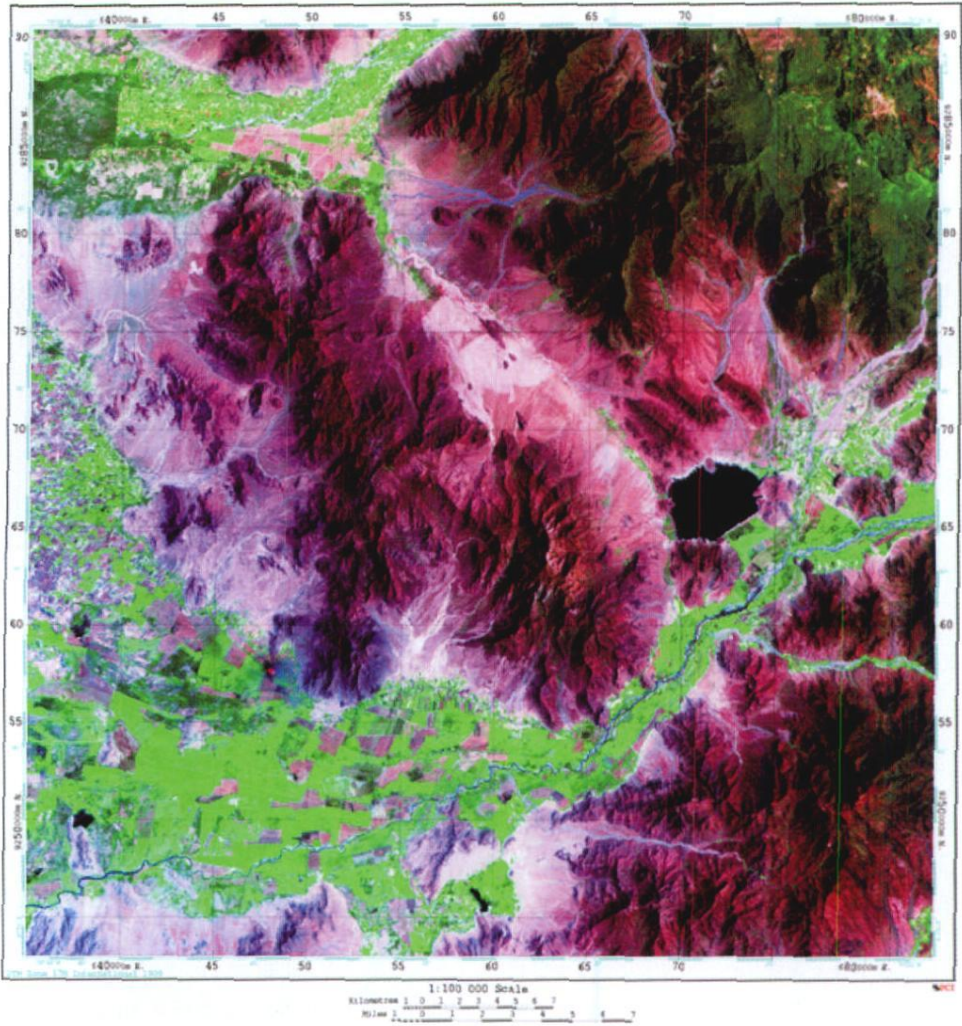


图 2 奇克拉约地区遥感 7-4-3 波段假彩色合成图像

Fig.2 False color composite image of band 7-4-3 for Chylayo area

(2) R_7 和 R_8 环形结构明显, 都近似于圆形, 直径 4~5 km, 位于研究区的 NW 向断裂带附近, 显然为岩浆上侵的部位。 R_2 , R_3 , R_4 和 R_9 环形规模较小, 形状有近于圆形, 也有的为椭圆形, 直径 3 km 左右, 在遥感图像上环形形态都很明显。可能为岩浆上侵形成的岩体, 或者为岩浆侵入所形成的“晕圈”。

(3) R_5 在图像上为一个弧形构造, 长轴长 5 km 左右, 是后期的岩浆活动叠加到了早期的侵入岩形成的。

4 成矿预测区

矿床的质量和规模与构造的发育特征具有密切

的联系, 控矿构造的规模大且较复杂、成矿流体进行交代-充填的机会多, 往往有利于形成规模较大的矿床。因此寻找控制成矿的构造部位是预测成矿区的前提。往往在多条断裂相交发育处、线性与环形构造相交处是成矿有利的部位。根据遥感图像的线性和构造解译, 对研究区圈定了 4 个成矿预测靶区(图 3)。

(1) 成矿预测区 I。位于 2 条大的 NW 向断裂 F_2 与 F_6 之间, 环形构造 R_1 与 NW 向、近 SN 向和 NE 向断裂的交汇处; 环形构造 R_1 为白垩纪侵位中酸性岩体。既有岩体的侵位又有多组断裂的切割, 成矿条件优越。

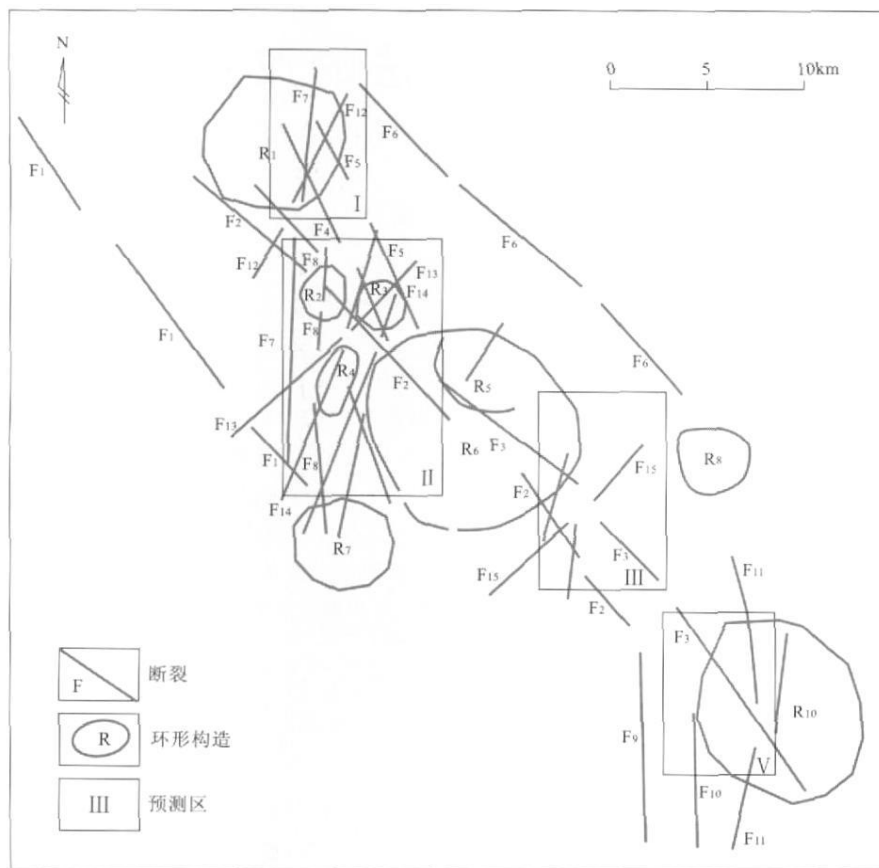


图 3 遥感构造解译和预测区位置

Fig. 3 Map showing structures and location of the working area from satellite image

(2) 成矿预测区 II。位于 NW 向岩浆-构造带上, 预测区包括环形 R₆、R₇ 的边部、环形 R₂、R₃ 和 R₄ 的全部, 以及多条 NW 向、近 SN 和 NE 向断裂, 构造发育, 成矿条件有利。根据野外踏勘, 环形构造 R₆ 为白垩纪英云闪长岩侵入到三叠-侏罗系灰岩中形成的穹窿构造。在该区发现层状交代产出的石榴石、方解石、绿帘石、硅灰石及磁铁矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿和方铅矿矿化层, 共有 4 个矿化层, 每层厚 4~6 m, 间隔 10 m 左右; 还见有层状展布的磁铁矿及烟灰色夕卡岩型矿化露头, 厚度达 25~30 m, 产于断裂东侧, 倾向与坡向相同。沿走向延长 > 200 m, 沿倾向 > 100 m^[2]。显示出良好的矿化特征, 找矿潜力较大。

(3) 成矿预测区 III。区内包括环形构造 R₆、R₈ 的边部和 R₉ 的全部。中间发育有 NW 向和 NE 向等多条断裂, 为岩浆活动的有利部位, 白垩纪英云闪长岩和三叠-侏罗系灰岩呈侵入接触, 成矿条件良好。根据实地踏勘, 该地有石榴石、方解石、绿帘石

硅灰石及磁铁矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿和方铅矿矿化, 为夕卡岩型矿床的预测靶区。

(4) 成矿预测区 V。区内有环形构造 R₁₀ 和多条 NW 向和近 SN 向断裂, 这些环形和线性构造显示该区有岩浆活动。野外初勘表明, 该区断裂、裂隙发育, 具备成矿的必要条件。

5 结论

(1) 研究成果表明, 遥感目视解译在地质找矿的前期工作中具有前瞻性和便捷性, 特别是在国外人烟稀少、环境恶劣、工作程度较低的地区, 它的作用更加明显。

(2) 通过遥感构造解译, 共解译出了 15 条线性构造和 10 个环形构造, 圈定了 4 个成矿预测区。

(3) 遥感构造解译虽有便捷的优点, 但却不是解决地质找矿问题的唯一方法, 必须要与地质、物探、化探等多种手段配合使用才能达到快速、准确地找矿评价的目的。

参考文献:

- [1] 荆林海, 沈远超, 简启忠, 等. 胶莱盆地北缘遥感信息提取及解译分析[J]. 地质与勘探, 2001, 37(1): 91-94.
- [2] 高光明. 奇克拉约考察报告[R]. 长沙: 中南大学, 2009.
- [3] 赵斌. 中国主要夕卡岩及夕卡岩型矿床[M]. 北京: 科学出版社, 1989.
- [4] 郑威, 陈述彭. 资源遥感纲要[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.

(下转第 371 页)

参考文献:

[1] 王学求. 大型矿床地球化学定量评价模型和方法[J]. 地学前缘, 2003, 10(1): 257-261.

[2] 张翔, 黄万堂, 俞有峰, 等. 北祁连成矿带地球化学块体资源潜力预测[J]. 矿产与地质, 2005, 19(5): 546-552.

[3] 李通国, 王忠, 张宏强. 应用地球化学块体预测西秦岭地区银资源量[J]. 物探与化探, 2006, 30, (6): 482-486.

[4] 索洛夫夫 A. И. 金属量测量的理论和实践基础[M]. 北京: 中国工业出版社, 1957: 46-121.

[5] 陈毓川, 裴荣富, 王登红. 三论矿床成矿系列问题[J]. 地质学报, 2006, 80(10): 1501-1508.

[6] 陈毓川. 中国成矿体系与区域成矿评价[M]. 北京: 地质出版社, 2007: 1-1004.

[7] 丁建华, 肖克炎, 刘锐, 等. 区域资源定量评价中面金属量法的应用[J]. 矿床地质, 2007, 26(2): 230-236.

IMPROVEMENT OF A GEOCHEMICAL QUANTITATIVE ASSESSMENT METHOD

DING Jian-hua, XIAO Ke-yan, LOU De-bo, LI Nan

(1. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;
2. The Laboratory of Metallogenic Processes and Mineral Resources Assessment of Ministry of Land and Natural Resources of China, Beijing 100037, China)

Abstract: Areal productivity is a quantitative mineral resources evaluation method based on geochemical analysis data. Its application is mainly confined to data calculation thus reflects characteristics of the data anomaly rather than the nature of geological condition that control the anomaly. This paper introduces the conception of similarity coefficient to solve the problem. The principle of coefficient calculation is to digitalize the ore-controlling factors then transferred to data model. The model is correlated to a known model area by means of a mathematic algorithm to get the value that shows similarity with the model area. The similarity coefficient is used to calibrate the estimated results realizing indirect control of geological condition on the quantitative prediction. This improved method effectively combined pure data-driven prediction with intelligence-driven prediction. Hence, the results become more reasonable and creditable, and the method worth to use widely in mineral quantitative assessment.

Key Words: quantitative assessment; geochemical; areal productivity; similarity coefficient

(上接第 365 页)

APPLICATION OF STRUCTURE INTERPRETATION OF SATELLITE IMAGE TO ORE PREDICTION IN CHILAYO AREA, PERU

JIN Wen-qiang GAO Guang-ming, XIAO Juan

(Institute of Geosciences and Environmental Engineering,
Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: False color composite image of band 7-4-3 from Landsat-7 ETM+ is visually interpreted and 15 linear and 10 ring structures are delineated. Combined with geological data 4 ore targets are pointed out in Chiclyo area, northern Peru.

Key Words: remote sensing; structure interpretation; ore prediction; the northern Peru